



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 43 23 129 A 1

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>:  
G 02 B 21/06

⑳ Aktenzeichen: P 43 23 129.2  
㉔ Anmeldetag: 10. 7. 93  
㉕ Offenlegungstag: 3. 2. 94

DE 43 23 129 A 1

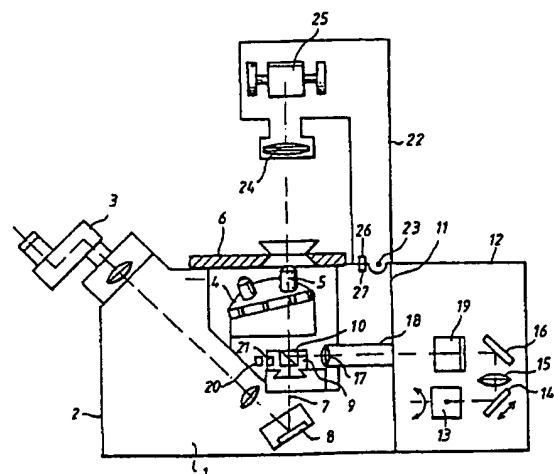
③0 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1  
24.07.92 DE 42 24 376.9

㉑ Anmelder:  
Fa. Carl Zeiss, 89520 Heidenheim, DE

㉒ Erfinder:  
Reinhard, Jörgens, Dr., 73430 Aalen, DE

⑤4 Lasermikroskop

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Mikroskop mit einer Laserbeleuchtung. Der Laserstrahl wird von der Rückseite (11) des Mikroskopstativs (1) über den Auflichtstrahlengang (18) eingekoppelt. Die Auflichtreflektoren sind in einem Schieber mit mehreren Schaltpositionen aufgenommen. In einer Schaltposition ist der Schieber (9) mit einem Vollspiegel (10) bestückt und die Position des Vollspiegels durch Sensoren (20, 21) markiert. Die Sensoren (20, 21) sind mit einem Shutter derart gekoppelt, daß der Laserstrahl nur bei eingeschaltetem Vollspiegel (10) frei gegeben ist. Das Mikroskop ist hinsichtlich seiner Betriebsarten sehr flexibel und gewährleistet ein hohes Maß an Sicherheit für die Augen des Beobachters. Das Mikroskop ist vorzugsweise als Laser-Scan-Mikroskop inverser Bauart ausgebildet.



DE 43 23 129 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Mikroskop, bei dem für die Objektbeleuchtung eine augenschädigende Strahlung, wie z. B. Laserstrahlung verwendet wird.

Aus der DE-PS 35 27 322 ist ein Mikroskop bekannt, bei dem Laserlicht in den Auflichtstrahlengang für die konventionelle Beleuchtung eingekoppelt wird. Hier dient das Laserlicht jedoch nicht zur Ausleuchtung des Objektes an sich. Mit Hilfe des Laserlichtes wird vielmehr ein Autofokussignal erzeugt. Die Laser sind daher sehr leistungsschwach ausgelegt, so daß ihre Strahlung nicht augenschädigend wirkt.

Aus der US-PS 5 032 720 und der WO 92/02839 sind Laserscanaufsätze für konventionelle Mikroskope bekannt, bei denen ein Laserstrahl für die Objektbeleuchtung verwendet wird. Die Einkoppelung des Laserstrahls erfolgt hier jedoch von oben in den Photoausgang des Mikroskops. Abgesehen davon, daß dadurch ein sehr hoher und leicht instabiler Aufbau entsteht, haben derartige Zusatzsysteme den Nachteil, daß der Photoausgang für konventionelle Anwendungen nicht mehr zur Verfügung steht.

Letztgenannte Nachteile sind bei dem Laserscanmikroskop der Anmelderin, das beispielsweise in dem Prospekt Nr. 42-920-d mit dem Druckvermerk AW-H-VII/88 Uoo beschrieben ist, vermieden. Bei diesem Mikroskop ist der Laser senkrecht hinter dem eigentlichen Mikroskopstativ angeordnet und wird über einen Strahlengang in das Mikroskop eingekoppelt, der oberhalb des konventionellen Auflichtstrahlenganges und zu diesem parallel verläuft. Die Einkoppelung selbst erfolgt über einen in einem Schieber angeordneten Vollspiegel. Eine Schieberposition ist dabei unbestückt, so daß in dieser Schaltstellung das Beobachtungslicht in den Photoausgang gelangt. Nachteilig ist hier jedoch, daß die gesamte Laserscaneinheit konstruktiv an ein spezielles Stativ, insbesondere bezüglich der Stativhöhe, angepaßt ist. Eine Adaption der Laserbeleuchtung an unterschiedliche Stative ist daher nur bei einer Umkonstruktion möglich.

Aus dem Aufsatz "Laser-Scan-Mikroskop — Aufbau und Anwendungen" in GIT Fachz. Lab. 28, (1984) ist ein Laser-Scan-Mikroskop bekannt, bei dem der Laserstrahl über den konventionellen Auflichtstrahlengang in das Mikroskop eingekoppelt wird. Zur Vermeidung von Augenschäden ist bei Laser-Scan-Betrieb der visuelle Beobachtungsstrahlengang abgeblockt. Durch welche Mittel der visuelle Beobachtungsstrahlengang abgeblockt wird, und ob oder wie eine eventuelle Fehlbedienung dergestalt, daß der Beobachtungsstrahlengang trotz Laser-Scan-Betriebs frei gegeben ist, vermieden ist, ist dem Aufsatz nicht entnehmbar.

Aus der EP-B1-0 101 572 ist ein Mikroskop mit einem Laser-Mikromanipulator bekannt. Der Manipulationsstrahl wird über den konventionellen Auflichtstrahlengang in das Mikroskop eingekoppelt. Zwischen dem Laser und dem Auflichtreflektor ist noch ein Shutter angeordnet, dessen Funktionsweise jedoch nicht näher beschrieben ist. Der Auflichtreflektor ist als Teilspiegel ausgebildet. Dadurch wird stets das am Objekt gestreute oder reflektierte Laserlicht in die Okulare gespiegelt. Bei Fokussierung auf stark reflektierende Objektstrukturen besteht daher eine erhebliche Gefahr für Augenschädigungen des in die Okulare einblickenden Beobachters.

Die vorliegende Erfindung soll ein Mikroskop mit einer Laserbeleuchtung bzw. einer anderen augenschädli-

genden Beleuchtungsstrahlung schaffen, bei dem keine Einschränkungen bezüglich der konventionellen Benutzung auftreten. Die Laserbeleuchtung soll möglichst einfach an unterschiedliche Mikroskopstative adaptierbar sein. Außerdem sollen Augenschädigungen des in die Okulare einblickenden Beobachters ausgeschlossen sein.

Dies wird durch ein Mikroskop mit den Merkmalen des Anspruchs 1 erreicht.

Das erfindungsgemäße Mikroskop besteht aus einem Stativ mit einem an seiner Vorderseite angeordneten Beobachtungstubus. An einem Schieber oder Revolver sind ein oder mehrere Strahlteiler und ein Spiegel zur Umlenkung eines Auflichtstrahlenganges in Richtung auf ein Objektiv vorgesehen. Die Einkoppelung der Laserstrahlung oder einer anderen augenschädigenden Strahlung erfolgt von der der Vorderseite gegenüberliegenden Rückseite in den für konventionelle Auflichtbeleuchtung vorgesehenen Auflichtstrahlengang.

Da die Laserstrahlung auch in den konventionellen Auflichtstrahlengang eingekoppelt wird, bestehen hinsichtlich der Anwendungsmöglichkeiten des Mikroskops keinerlei Einschränkungen. Die Einkoppelung der Laserbeleuchtung von der Rückseite des Stativs bewirkt darüber hinaus, daß die Zugänglichkeit des Mikroskoptisches in keiner Weise eingeschränkt wird. Der Raum seitlich des Mikroskopstativs steht voll für die Positionierung von Mikromanipulatoren etc. zur Verfügung. Da für den Auflichtstrahlengang am Mikroskopstativ üblicherweise ohnehin eine Schnittstelle zur Ankopplung der Auflichtbeleuchtung vorgesehen ist, sind keine baulichen Veränderungen am Stativ erforderlich.

Der Schieber oder Revolver des Auflichtreflektors enthält in einer Schaltposition einen Vollspiegel. Der Vollspiegel lenkt dann das gesamte Laserlicht zum Objektiv um, und das an der Probe reflektierte Licht in den Auflichtstrahlengang zurück. Dadurch wird der Einfall von Laserlicht in den Beobachtungstubus vermieden. Für die Mikroskopie mit einer konventionellen Beleuchtung, z. B. mittels einer Halogenlampe, kann anstelle des Vollspiegels einer der Strahlteiler in den Strahlengang geschaltet werden. Das Objekt ist dann auch durch die Okulare beobachtbar.

Des weiteren sollte ein Sensor zur Erkennung der Schaltposition, in der der Vollspiegel in den Strahlengang eingeschaltet ist, vorgesehen sein. Durch eine Kopplung dieses Sensors mit einem zwischen dem Laser und dem Vollspiegel angeordneten Shutter wird dann sichergestellt, daß nur dann Laserstrahlung in das Mikroskop eingekoppelt wird, wenn der Vollspiegel in den Strahlengang eingeschaltet ist. In einer anderen Schaltposition des Schiebers, in der ein Strahlteiler für die Beobachtung durch die Okulare in den Strahlengang eingeschaltet ist, ist dann die Laserbeleuchtung abgeschaltet. Dadurch ist sichergestellt, daß der Strahlengang zum Auge immer unterbrochen ist, wenn der Laserstrahl freigegeben ist.

In einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel ist das Mikroskop ein Laserscan-Mikroskop. In diesem Fall ist zwischen dem Laser und dem Strahlteiler oder Spiegel eine Strahlblenkeinheit, die den Laserstrahl in zwei zueinander senkrechten Richtungen ablenkt, vorgesehen. Damit keine Eingriffe an dem Mikroskopstativ erforderlich sind, sollte die Strahlblenkeinheit in einem separaten, hinter dem Mikroskopstativ angeordneten Gehäuseteil angeordnet sein.

Für konfokalmikroskopische Fluoreszenzuntersuchungen sollten darüberhinaus in mehreren zur Fokus-

ebene des Objektivs konfokalen Ebenen jeweils eine Blende angeordnet sein. Diese mehreren Konfokalebenen sind über Farbteiler mit unterschiedlichen spektralen Transmissionscharakteristiken zueinander parallel geschaltet. Dadurch sind Fluoreszenzuntersuchungen bei entsprechend verschiedenen Wellenlängen simultan möglich. Jede der Blenden sollte unabhängig von den anderen zentrierbar und in ihrem Öffnungsdurchmesser variierbar sein. Dadurch ist die Konfokalität der Meßanordnung für jede Wellenlänge separat einstellbar und an die jeweilige Fluoreszenzintensität bei der betreffenden Wellenlänge anpaßbar.

Für visuelle Auflichtuntersuchungen sollte darüberhinaus zwischen dem Strahlteiler oder Spiegel und der Ablenkeinrichtung eine konventionelle Beleuchtungseinrichtung, beispielsweise das Licht einer Halogenlampe in den Auflichtstrahlengang einkoppelbar sein. Dies kann beispielsweise über einen Schaltspiegel, z. B. einen Klappspiegel erfolgen.

Bei einem besonders vorteilhaften Ausführungsbeispiel ist das Mikroskopstativ inverser Bauart, also mit unter dem Objekt angeordnetem Objektiv. Da inverse Mikroskope sehr häufig im mikro-biologischen Bereich eingesetzt werden, ist es hier besonders wichtig, daß der Raum seitlich des Mikroskopstativs für Mikromanipulatoren und Mikroinjektions-Einrichtungen voll zur Verfügung steht. Zur Abschirmung der durch ein transparentes Objekt hindurchtretenden bzw. bei entferntem Objekt aus dem Objektiv austretenden Laserstrahlung sollte oberhalb des Objekttisches eine für das Laserlicht undurchlässige Abschirmung vorgesehen sein. Diese Abschirmung sollte darüberhinaus ebenfalls über einen Sensor mit einem den Laserstrahl unterbrechenden Shutter in Verbindung stehen. Dadurch ist sichergestellt, daß bei entfernter Abschirmung ebenfalls kein Laserlicht in das Auge des Operators fallen kann.

Eine derartige Abschirmung ist auch dadurch gegeben, daß oberhalb der Objektenebene eine Durchlichtbeleuchtungseinheit vorhanden ist. Die Gehäusewandung dieser Einheit stellt dann gleichzeitig die Abschirmung dar. Für eine gute Zugänglichkeit des Objektraumes ist die Durchlichtbeleuchtungseinrichtung über einen Arm schwenkbar am Stativ angeordnet. An dem Schwenkgelenk des Armes sind wiederum Sensoren vorgesehen, die mit dem Shutter zur Unterbrechung des Laserstrahls gekoppelt sind. Bei vom Objekt weggeschwenkten Arm wird dann der Laser ebenfalls unterbrochen. Die Sensoren am Schwenkgelenk und am Auflichtreflektorschieber sind über eine logische UND-Verknüpfung mit der Shuttersteuerung gekoppelt, so daß der Laserstrahl nur dann freigegeben ist, wenn der Sensor des Reflektorschiebers und der Sensor des Schwenkgelenkes gleichzeitig ein die Sicherheitsstellung anzeigendes Signal erzeugen.

Im folgenden werden Einzelheiten der Erfindung anhand des in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Im einzelnen zeigen:

Fig. 1 ein Laserscan-Mikroskop inverser Bauart nach der Erfindung in einem die optische Achse des Objektivs enthaltenden Schnitt und

Fig. 2 eine Prinzipskizze des Strahlengangs in dem Mikroskop nach Fig. 1.

Das in der Fig. 1 dargestellte inverse Mikroskop hat ein Stativ (1), an dessen Vorderseite (2) ein Binokulartubus (3) angeordnet ist. Unter dem Objekttisch (6) sind mehrere Objektive (5) an einem Objektrevolver (4) aufgenommen. Der entlang der optischen Achse (7) des Objektivs (5) verlaufende Beobachtungsstrahlengang

wird über einen unterhalb des Objektivs angeordneten Spiegel schräg nach oben zum Okulartubus (3) gelenkt. Zwischen dem Objektiv (5) und dem Spiegel (8) ist der Auflichtreflektorschieber (9) angeordnet. Der bisher beschriebene Aufbau entspricht dem aus der DE-OS 39 38 412 bekannten inversen Mikroskop. Hinsichtlich der weiteren im Beobachtungsstrahlengang angeordneten Komponenten sowie der Ausspiegelung in den Phototubus sei daher ausdrücklich auf diese Offenlegungsschrift verwiesen.

Der Auflichtreflektorschieber (9) hat mindestens drei Schaltstellungen. Eine dieser drei Schaltstellungen ist frei und dient der visuellen Durchlichtmikroskopie. In der zweiten Schaltstellung ist ein 50%-Strahlteiler für die visuelle Auflichtmikroskopie und in der dritten Schaltstellung ein Vollspiegel (10) für die konfokale Mikroskopie vorgesehen. In einer anderen Ausführung für Fluoreszenzanwendungen hat der Reflektor vier Schaltpositionen, von denen eine mit dem Vollspiegel für die konfokale Mikroskopie und zwei weitere mit Fluoreszenz-Filteransätzen bestückt sind. Die vierte Position ist für die visuelle Durchlichtmikroskopie unbestückt oder mit einem weiteren Fluoreszenzfiltersatz ausgerüstet.

Auf der dem Okulartubus (3) abgewandten Rückseite (11) des Mikroskopstativs ist ein Scanmodul (12) angeordnet. Das Laserscanmodul (12), das ein eigenes Gehäuse hat, besteht im wesentlichen aus einer Scaneinheit, z. B. zwei Galvanometerscannern, die den senkrecht zur Zeichenebene einfallenden Laserstrahl in zwei zueinander senkrechten Richtungen ablenkt. Eine hinter der Scaneinheit angeordnete Linse (15) bildet zusammen mit der im Mikroskopstativ angeordneten Tubuslinse (17) ein Relaislinsensystem, das die beiden Scanspiegel (13, 14) in die beleuchtungsseitige Pupille des Objektivs (5) abbildet.

Die Einkopplung des Laserstrahls in das Stativ (1) erfolgt über einen Spiegel (16) durch den im Mikroskopstativ ohnehin vorhandenen Auflichtstrahlengang (18). Da ein solcher Auflichtstrahlengang (18) in der Regel bei sämtlichen Mikroskopstativen ohnehin vorhanden ist, läßt sich damit das Scanmodul (12) leicht an die unterschiedlichsten Mikroskopstative adaptieren.

Zwischen dem Umlenkspiegel (16) und der Einkopplung des Laserstrahls in das Mikroskopstativ (1) ist noch ein Klappspiegel (19) vorgesehen, über den eine hier nicht dargestellte konventionelle Mikroskopeleuchte anstelle des Laserstrahls zur visuellen Auflichtmikroskopie in den Auflichtstrahlengang einkoppelbar ist.

Am Reflektorschieber (9) ist die Position des Vollspiegels (10) durch einen Sensor markiert. Dieser Sensor besteht hier speziell aus zwei Magneten (21), die in zwei kleinen Bohrungen im Reflektorschieber (9) aufgenommen sind, und zwei diesen gegenüberstehenden, an der Führung des Reflektorschiebers aufgenommenen Sonden. Stehen sich die Magneten (21) und die Sonden (20) gegenüber, so triggert das dabei entstehende Signal einen hier nicht dargestellten Shutter im Strahlengang des Laserlichts und gibt den Strahlengang frei. Da nur die Schaltstellung des Vollspiegels (10) durch Magnete (21) markiert ist, wird der Laserstrahlengang für jede andere Schaltstellung des Reflektorschiebers (9) oder bei Nichtvorhandensein dieses Schiebers unterbrochen. Eine Schädigung der Augen beim Einblick in den Okulartubus (3) ist dadurch ausgeschlossen. Die Ausführung der Sicherheitseinrichtung mit zwei Magneten erlaubt dabei, den Ausfall eines Sensors festzustellen, so daß auch bei einer Fehlfunktion eines Sensors die Laserstrahlung unterbrochen wird.

Oberhalb des Objektisches (6) ist an einem um eine horizontale Achse (23) schwenkbaren Arm (22) ein Durchlichtkondensor (24) und darüber ein Klappspiegel (25) angeordnet. Über den Klappspiegel (25) kann wahlweise das Licht einer hier nicht dargestellten, oberhalb der Zeichenebene liegenden konventionellen Durchlichtbeleuchtung eingespiegelt oder für die Scanmikroskopie auf einen unterhalb der Zeichenebene liegenden Detektor ausgespiegelt werden. Das Gehäuse, in dem der Durchlichtkondensor (24) und der Klappspiegel (25) sowie der Detektor und die Durchlichtbeleuchtungseinrichtung angeordnet sind, dient gleichzeitig zum Schutz vor einem unbeabsichtigten Einblick in das aus dem Objektiv (5) austretende Laserlicht. Damit beim Wegklappen des Armes (22) ein solcher unbeabsichtigter Einblick vermieden ist, ist auch hier ein Sensor (26, 27) vorgesehen. Die Signale dieses aus Magneten (26) und Sonden (27) bestehenden Sensors steuern ebenfalls den Shutter im Laserstrahlengang. Die Signale der Sensoren (20, 21) und (26, 27) werden dazu in Sinne einer logischen UND-Schaltung miteinander verknüpft, so daß der Laserstrahlengang nur dann freigegeben ist, wenn beide Sensoren den sicheren Zustand anzeigen.

Wie aus der Fig. 2 hervorgeht, ist das inverse Laser-Scan-Mikroskop modular aufgebaut. Es besteht aus drei Standardblöcken (A, B und C) sowie im Prinzip beliebig vielen zusätzlichen Lasermodulen (D und E). Das Modul (A) stellt dabei das Mikroskopstativ und das Modul (B) das Scanmodul dar. Die einzelnen optischen Komponenten sind in der Fig. 2 mit denselben Bezugszeichen versehen wie in der Fig. 1. Sämtliche Komponenten sind in der Fig. 2 zur Vereinfachung in einer Ebene dargestellt, obwohl sie im tatsächlich realisierten Mikroskop in unterschiedlichen Ebenen liegen.

Da auf die Komponenten der Module (A und B) bereits im Zusammenhang mit der Fig. 1 eingegangen worden ist, wird auf eine nochmalige Beschreibung dieser Komponenten verzichtet.

An das Scanning-Modul (B) ist das Detektor-Modul (C) angeschlossen. Dieses Detektor-Modul enthält einen Laser (31) mit einem vorgeschalteten Shutter (32). Der Shutter (32) ist über einen Elektromagneten angetrieben. Ein Farbteiler (33) lenkt den aus dem Laser (31) austretenden Laserstrahl auf eine Strahlaufweitung (34, 35). Ein weiterer Farbteiler (36) lenkt den aus der Strahlaufweitung (34, 35) austretenden kollimierten Laserstrahl zur Ablenkeinheit (13, 14). Für die Auflichtmikroskopie kann hier auch ein Neutralteiler oder ein Polarisationssteiler verwendet werden.

Nach Durchlauf der Scaneinrichtung (13, 14) wird der kollimierte Laserstrahl vom Vollspiegel (10) zum Objektiv (5) umgelenkt und von diesem auf das hier nicht dargestellte Präparat fokussiert.

Das durch das Laserlicht im Präparat angeregte Fluoreszenzlicht bzw. das reflektierte Licht durchläuft zwischen dem Objektiv und dem Teiler (36) denselben Strahlengang in entgegengesetzter Richtung. Da sich das Fluoreszenzlicht hinsichtlich der Wellenlänge von dem Laserlicht unterscheidet, transmittiert das Fluoreszenzlicht den Farbteiler (36). Über zwei weitere Farbteiler (37, 38) mit unterschiedlichen spektralen Transmissionseigenschaften und einem Vollspiegel (39) wird das Fluoreszenzlicht drei parallelen konfokalen Detektionskanälen zugeführt. Jeder dieser konfokalen Detektionskanäle enthält ein Objektiv (40, 41, 42), eine Konfokalblende (46, 44, 45) sowie einen Photodetektor (47, 48, 49) zur Umwandlung optischer Strahlung in elektrische Signale. Die Konfokalblenden (46, 44, 45) sind dabei je-

weils in einer zur Fokusebene des Objektivs (5) konjugierten Ebene angeordnet. Jede dieser Konfokalblenden ist unabhängig von der anderen über entsprechende von außen zugängliche Justierschrauben (nicht dargestellt) zentrierbar sowie bezüglich ihres Öffnungsdurchmessers variierbar. Dadurch ist die Tiefenauflösung der mikroskopischen Abbildung für jede Fluoreszenzwellenlänge separat einstellbar.

Der Teiler (36), der den Beleuchtungsstrahlengang vom Meßstrahlengang trennt sowie die Farbteiler (37, 38) zur Aufteilung des Meßlichtes in die unterschiedlichen Detektionskanäle sind jeweils in hier nicht dargestellten Reflektorschiebern aufgenommen. Durch die unterschiedlichen Kombinationen der Reflektorschieber sind daher die unterschiedlichsten Wellenlängenkombinationen einstellbar und simultan zu registrieren. Die Reflektorschieber, in denen die Farbteiler (37, 38) aufgenommen sind, haben dabei eine leere Schaltstellung. Dadurch ist es möglich, bei Messung sehr schwacher Fluoreszenzen einen Reflektorschieber auf vollen Durchgang zu schalten, so daß keine zusätzliche Abschwächung des ohnehin schon schwachen Fluoreszenzlichtes erfolgt.

Wie des weiteren durch die Module (D und E) angedeutet ist, sind für Anwendungen mit mehreren Anregungswellenlängen im Prinzip beliebig viele zusätzliche externe Laser-Module an das Detektor-Modul (C) ankoppelbar. Jedes dieser zusätzlichen Laser-Module (D und E) besteht im wesentlichen aus einem Laser (61, 51), einem eigenen Shutter (62, 52), gegebenenfalls Filter zur Linienselektion (hier nicht dargestellt) bei Multiline-Lasern und justierbaren Einkoppeloptiken (63, 53). Jede dieser justierbaren Einkoppeloptiken (63, 53) besteht aus zwei justierbaren Spiegeln, von denen hier jedoch lediglich einer dargestellt ist.

Anhand der Figuren ist ein besonders vorteilhaftes Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben. Es sind jedoch auch zahlreiche Variationsmöglichkeiten möglich. Insbesondere können für die Erzeugung der Shutter-Signale andere Sensortypen verwendet werden, beispielsweise Mikroschalter oder einfache elektrische Kontakte. Außerdem können auch im Detektormodul (C) mehrere Laser oder mehr als drei parallele Detektionskanäle vorgesehen sein.

Für die Erfindung ist es wesentlich, daß der Vollspiegel (10) kein Laserlicht transmittiert. Es ist daher nicht zwingend erforderlich, daß der Vollspiegel (10) jegliche Wellenlänge vollständig reflektiert. Es ist vielmehr völlig ausreichend, wenn der Vollspiegel (10) Licht der Laserwellenlänge, oder im Falle mehrerer Laser unterschiedlicher Wellenlängen das Licht aller Laserwellenlängen, vollständig reflektiert.

#### Patentansprüche

1. Mikroskop bestehend aus einem Stativ (1), einem an der Vorderseite (2) des Stativs (1) angeordneten Okulartubus (3) und einem Schieber (9) oder Revolver in dem mindestens ein Strahlteiler und ein Spiegel (10) zur Umlenkung eines Auflichtstrahlenganges (18) in Richtung auf das Objektiv (5) aufgenommen ist, wobei ein Laserstrahl oder eine andere augenschädigende Strahlung von der der Vorderseite (2) gegenüberliegenden Rückseite (11) in den für konventionelle Auflichtbeleuchtung vorgesehenen Auflichtstrahlengang (18) eingekoppelt ist.
2. Mikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Sensor (20, 21) zur Erkennung der

Schaltposition, in der der Spiegel (10) in den Strahlengang eingeschaltet ist, vorgesehen ist und daß der Sensor (20, 21) mit einem zwischen dem Laser (31, 61, 51) und dem Spiegel (10) angeordneten Shutter (32, 62, 52) gekoppelt ist. 5

3. Mikroskop nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Laser (31, 61, 51) und dem Strahlteiler oder Spiegel (10) eine Strahlablenkeinheit (13, 14) in einem separaten, hinter dem Mikroskopstativ (1) angeordneten Gehäuse- 10 teil (12) angeordnet ist.

4. Mikroskop nach einem der Ansprüche 1—3, dadurch gekennzeichnet, daß in mehreren zur Fokusebene des Objektivs (5) konfokale Ebenen jeweils eine Blende (44, 45, 46) angeordnet ist. 15

5. Mikroskop nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Blenden (44, 45, 46) jeweils separat zentrierbar sind und daß die Öffnungsdurchmesser unabhängig voneinander variierbar sind.

6. Mikroskop nach einem der Ansprüche 3—5, dadurch gekennzeichnet, daß eine konventionelle Beleuchtungseinrichtung zwischen dem Strahlteiler oder Spiegel (10) und der Ablenkeinrichtung (13, 14) in den Auflichtstrahlengang (18) einkoppelbar ist. 20 25

7. Mikroskop nach einem der Ansprüche 1—6, dadurch gekennzeichnet, daß das Stativ (1) inverser Bauart ist.

8. Mikroskop nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß oberhalb des Objektisches (6) eine für augenschädliche Strahlung undurchlässige Abschirmung (22) vorgesehen ist, und daß die Abschirmung (22) über einen Sensor (26, 27) mit einem den Laserstrahl unterbrechenden Shutter (32, 62, 52) verbunden ist. 30 35

9. Mikroskop nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß oberhalb des Objektisches (6) eine Durchlichtbeleuchtungseinheit (28) sowie ein Durchlichtdetektor (19) vorgesehen sind, die über einen schwenkbaren Arm (22) mit dem Stativ (1) in Verbindung stehen, und daß an dem Schwenkgelenk (29) des Armes Sensoren (26, 27) vorgesehen sind, die mit einem Shutter (32, 62, 52) zur Unterbrechung des Laserstrahls gekoppelt sind. 40

10. Mikroskop nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Laserstrahl nur dann freigegeben ist, wenn der Sensor (20, 21) zur Erkennung der Schaltposition des Schiebers (9) oder Revolvers und der am Schwenkgelenk (23) angeordnete Sensor (26, 27) gleichzeitig ein Signal erzeugen. 45 50

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

- Leerseite -

FIG. 1

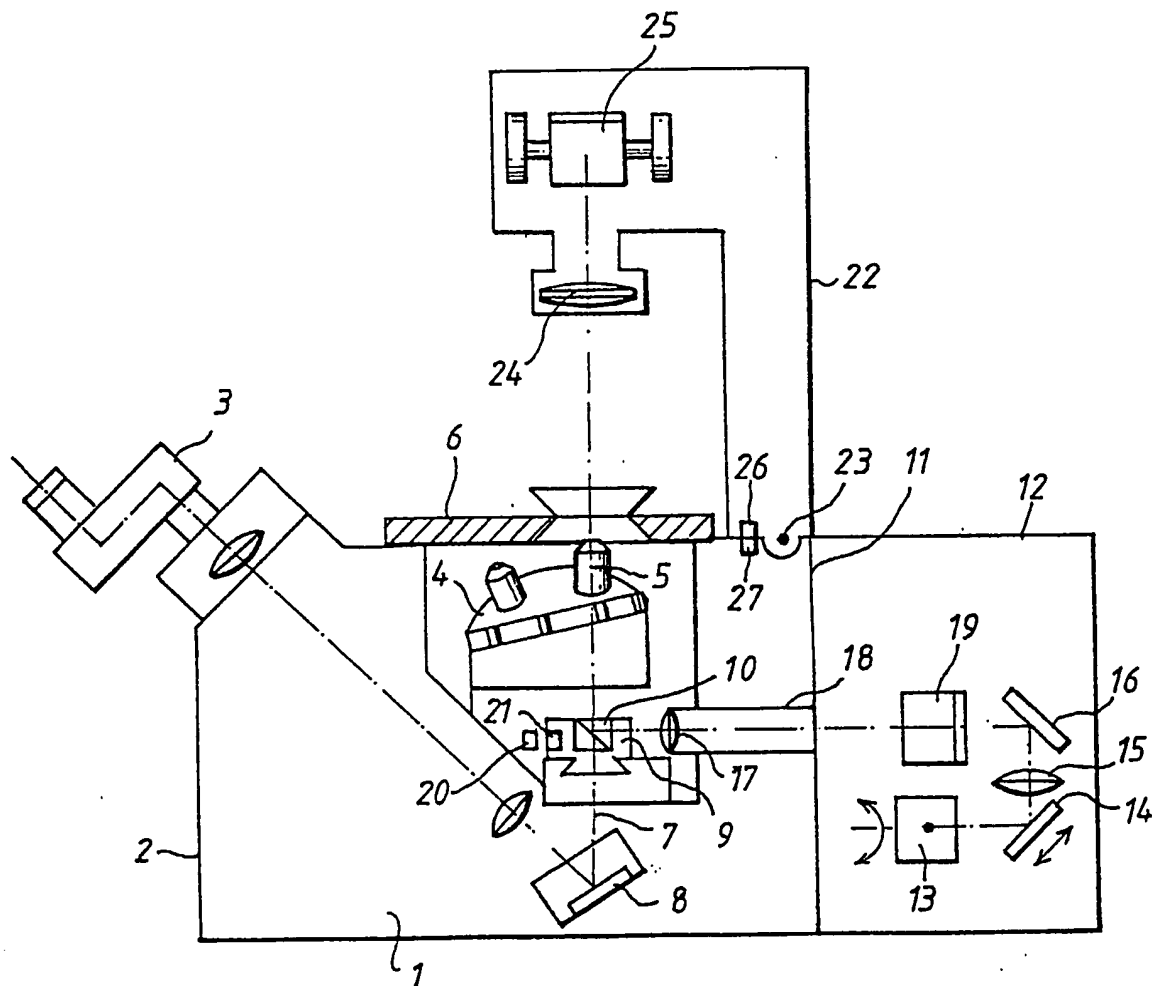
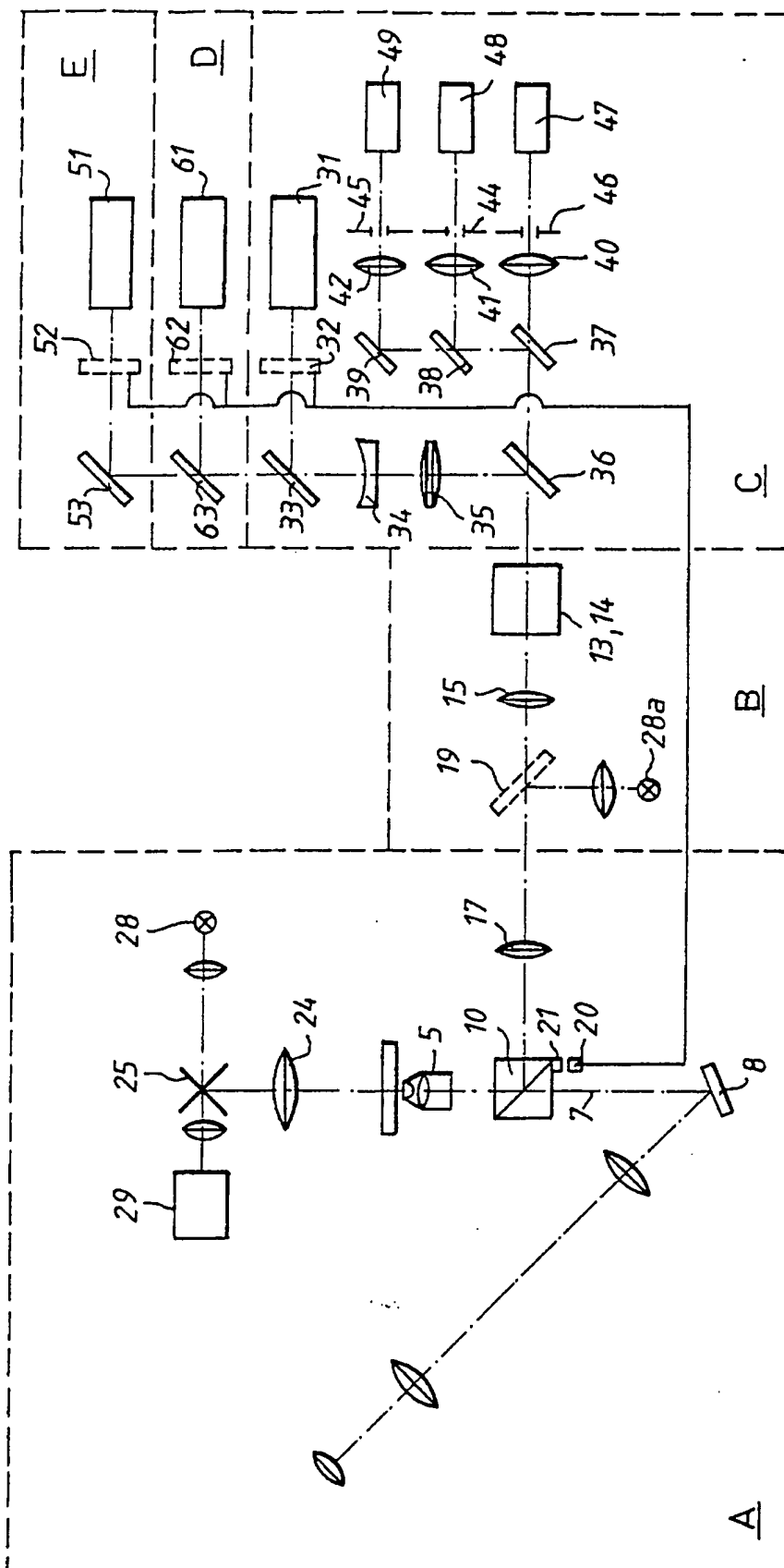



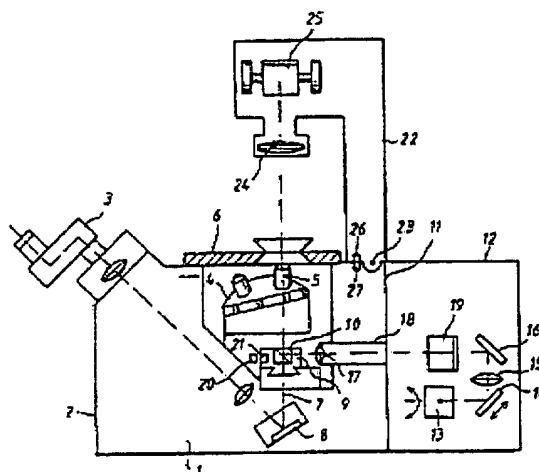
FIG. 2





**Microscope with laser illumination - has laser beam input via conventional light inlet and slider with mirror for deflecting light to objective****Patent number:** DE4323129**Publication date:** 1994-02-03**Inventor:** REINHARD JOERGENS DR (DE)**Applicant:** ZEISS CARL FA (DE)**Classification:****- international:** G02B21/06**- european:** G02B21/00M4**Application number:** DE19934323129 19930710**Priority number(s):** DE19934323129 19930710; DE19924224376 19920724;  
DE19934345538 19930710**Also published as:** DE4345538 (C2)[Report a data error here](#)**Abstract of DE4323129**

The laser beam is input (18) from the rear (11) of the microscope stand (1). The direct light reflectors are accommodated in a slider (9) which can assume several switchable positions. In one position, the slider is equipped with a fully reflecting mirror (10), and the position of the mirror detected by sensors (20, 21). The sensors are coupled to a shutter which ensures that the laser beam is only allowed to propagate when the mirror is switched in. Above the object table (6) of the microscope, a screen (22) is provided which is non-transparent to eye-damaging radiation. The screen is connected via sensors (26, 27) to the beam interrupting shutter. **USE/ADVANTAGE**  
- For inverse-type laser scan microscope. High safety w.r.t. eyes of operator.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide